

## **Kalihalden als Modellobjekte der kleinräumigen Florendynamik dargestellt an Untersuchungen im nördlichen Harzvorland**

**Dumps of potassium salt mines as a model of small-scale flora dynamics shown by investigations in the northern foreland of the Harz mountains, Germany**

Von

CHRISTOPH GUDER, CHRISTIANE EVERS und DIETMAR BRANDES

### **Summary**

The colonization of dumps of potassium salt mines by halotolerant species is shown by the example of the northern foreland of the Harz mountains. During the first 80-100 years only a few widespread salt tolerant species were found on the stocks of the mines. Since 1990 species not recognized before were found in rapid spreading: *Hymenolobus procumbens*, *Aster tripolium*, *Salicornia ramosissima*, *Spergularia maritima*, *Suaeda maritima*, *Atriplex rosea*, *Triglochin maritimum*, *Atriplex pedunculata*, *Juncus gerardii*, *Apium graveolens*, *Cochlearia danica*, *Plantago maritima*, *Trifolium fragiferum* and others. The reasons for a sudden spreading of halophytes are discussed, a clear reason could not be found till now. This paper gives the basis for a long time monitoring of 16 potassium stocks to study hypotheses of biogeography.

### **1. Einleitung**

Binnensalzstellen sind in biologischer Sicht äußerst interessante, isoliert in der Landschaft liegende Sonderstandorte. Während bei echten Inseln die Umgebung (das Meer) für die meisten terrestrischen Lebewesen mehr oder minder tödlich ist, liegen hier die Verhältnisse genau umgekehrt. Die Insel - also die Salzstelle - stellt den nur für wenige halotolerante Organismen besiedelbaren Lebensraum dar, während die Umgebung keineswegs lebensfeindlich ist. Randeffekte, Invasionsdruck und Diasporenregen spielen hier eine viel größere Rolle als bei ozeanischen Inseln. In Ermangelung eines präziseren (prägnanteren) Begriffes sollen die Binnensalzstellen als edaphisch bedingte „Habitatinseln“ bezeichnet werden, auch wenn die Inseltheorie der Biogeographie nicht auf sie anwendbar ist.

Aufgrund ihrer floristischen Besonderheiten wird der binnenländischen Salzvegetation seit langem große Aufmerksamkeit geschenkt. Im Braunschweiger Raum reicht die

Beobachtung einer Salzstelle bis ca. 1650 zurück (JANSSEN 1986); es dürfte sich hiermit um eine der ältesten Dauerbeobachtungsflächen überhaupt handeln. Neben den primären Binnensalzstellen, die [weitgehend] natürlichen Ursprungs sind, gibt es sog. sekundäre Salzstellen, die anthropogen bedingt sind. Halden der Kali-Industrie stellen die wichtigsten sekundären Binnensalzstellen dar.

Maßgebliche Voraussetzung für das Entstehen der Kali- und Steinsalzindustrie waren die großen Salzlager des Zechsteins. Unter großem Druck verhalten sich die Salze plastisch, so daß sie an Störungszonen jüngerer Deckschichten aufsteigen und sogenannte Salzdomen bilden. Bei ausreichender Mächtigkeit sowohl der Salzlager als auch der Deckschichten können Fließprozesse in Form der Halokinese auch ohne auslösende tektonische Vorgänge eintreten (HAUSKE & FULDA 1990). Die hohe Anzahl von Salzdomen und die damit mögliche leichte bergmännische Erschließung der Salzlager führte bereits 1886 zur Gründung des ersten Kaliwerkes im Untersuchungsgebiet („Hercynia“ bei Vienenburg), nachdem Kalisalze weltweit erstmals um 1860 in Staßfurt bergmännisch abgebaut wurden. Damit ist das Braunschweig-Hannoversche Kalirevier das zweitälteste der Welt. 1893 begann der Kalibergbau in Thüringen. Anfang des Jahrhunderts wurde ein Gesetz für Preußen erlassen, das die bis dahin geltende Bergbaufreiheit beschränkte, um die staatliche Beteiligung zu sichern. Da aufgrund der besonderen älteren Gesetzeslage in der [preußischen] Provinz Hannover die Bergbaurechte beim Grundeigentümer verblieben, löste dieses Gesetz eine stürmische Welle von Neugründungen aus (SLOTTA 1980). Allein im Zeitraum 1900-1906 wurden im Kalirevier Braunschweig-Hannover 17 Schachtanlagen geteuft. Der Verlust des deutschen Kali-Monopols verursachte Anfang der 20er Jahre eine große Stilllegungswelle.

Die Anlage der Halden der Kali-Industrie stellt ein - allerdings unbeabsichtigtes - Experiment dar, das der Klärung der folgenden Fragen dienen kann:

- Welche Pflanzenarten können überhaupt die salzhaltigen Substrate besiedeln, die in der Umgebung der Halden fehlen?
- In welchen Zeiträumen erfolgt die Besiedlung? Ist der Artenreichtum eine Funktion der nach Aufschütten der Halde zur Verfügung stehenden Zeit?
- Wie erfolgt der Diasporeneintrag?
- Von wo erfolgt die Einwanderung? Lassen sich Einwanderungsrichtungen feststellen?
- Sind benachbarte Halden einander ähnlicher als entfernte? Gibt es Evidenzen für die Trittstein-Hypothese (stepping stones)?
- Welches sind die Unterschiede zu primären Binnensalzstellen?
- Wie verläuft die Vegetationsentwicklung? Welches sind die Pioniere? Gibt es überhaupt eine Sukzession?

Herrn Oberbergat Larres (Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld), Herrn Dr. Holland (Kassel), Herrn Scheller (Lehrte), Herrn Nothdurft (Grasleben) danken wir für zahlreiche Auskünfte und Hinweise. Hinweise zum Vorkommen von *Cochlearia danica* bekamen wir auch von Herrn Dr. Hahnelt (Gatersleben) sowie Herrn Kuhbier (Bremen). Die Untersuchung der Halden war möglich durch großzügiges Entgegenkommen der betreffenden Stellen, insbesondere der Kali + Salz AG. Für die Analysen von Substratproben danken wir dem Kaliforschungsinstitut.

## 2. Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

### 2.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG) liegt nördlich des Harzes und umfaßt eine Fläche von knapp 5000 km<sup>2</sup>. Im Süden wird das UG vom Harz begrenzt, im Osten reicht es im Bereich des Lappwaldes auf sachsen-anhaltinischem Gebiet bis an die Aller, die auch die Nordgrenze bildet. Im Westen und Nordwesten wird es von den Orten Hildesheim, Lehrte, Hänigsen und Gifhorn begrenzt. Die Meereshöhe fällt von etwa 150 m nach Nordwesten hin auf 70-80 m ü.NN ab. Das UG zeichnet sich durch nach Osten hin abnehmende Niederschläge aus. Während die jährlichen Niederschlagssummen im Nordwesten noch 700 mm betragen, im Südwesten in Richtung auf das Innerste-Leine-Bergland sogar auf 750 mm ansteigen, betragen sie an der östlichen Grenze nur noch ca. 540 mm. Das Untersuchungsgebiet wird landwirtschaftlich intensiv genutzt. Innerhalb seiner Grenzen liegen die Großstädte Braunschweig, Wolfsburg, Hildesheim und Salzgitter.

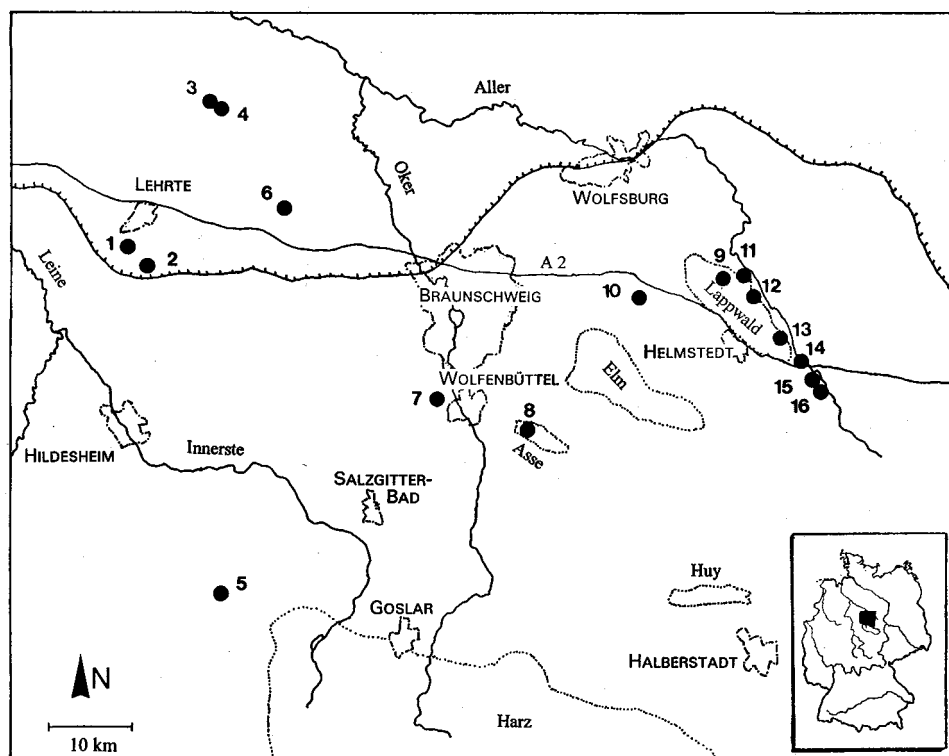


Abb. 1: Untersuchungsgebiet. Die Nummern der Kalihalden beziehen sich auf Tab. 1.

### 2.2. Auswahlkriterien für die Untersuchung der Halden

Grundlage bildete die Übersicht von SLOTTA (1980). Die Auswahl der zu untersuchenden Halden wurde nach Rücksprache mit dem Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld sowie mit der Außenstelle Elbingerode des Bergamtes Staßfurt getroffen. Voraussetzung hierfür war ein nach Aufgabe der ursprünglichen Nutzung möglichst unveränderter Zustand. Bei erfolgter Umnutzung oder anderen für die ungestörte

Tab. 1: Kenngrößen der untersuchten Halden.

Halden-Nr. Verwendetes Kürzel	1 Leh	2 Seh	3 RI-W	4 RI-O	5 Rhü	6 Oeh	7 Thi	8 Wit
Meßtischblatt/Quadranten-Nr.	3625/4	3625/4	3526/2	3526/2	4026/2	3627/1	3828/2	3829/4
Ort	Lehrte	Sehnde	Hänigsen	Hänigsen	Rhüden	Kl. Oedesse	Sz.-Tiede	Wittmar
Name des Bergwerkes	Bergmanns- segen-Hugo	Friedrichshall	Niedersachsen- Riedelsachsen		Hermann II	Hannoversch.	Thiederhall	Asse
Zugehörige Schachanlage		I	Riedel	Riedel	Hermann II	Oedesse	I und II	I
Beginn der Betriebszeit des Werkes	Hugo	ca. 1908	1909	1909	1909	1912	vor 1896	ca. 1901
vermutete letzte Aufhaldung	1987	1983	1926	1926	1925	1926	1924	ca. 1928
Kalialsz.-Förderung	ja	ja	ja	ja	-	ja	ja	ja
Kali-Produktion	ja	ja	ja	ja	-	keine	ja	ja
Steinsalzförderung	nein	nein	ab 1914	ab 1914	-	nein	1896 Saline	nein
Größe der gesamten Fläche [ha]	34	37,5	2	2	3,7	1	1,6	4
Größe des Haldenkörpers [ha]	22	23	0,5	1,3	3	0,2	0,16	0,03
Hauptsächliches Haufmaterial	Rückstand	Rückstand	Rückstand	Rückstand	Rückstand	Rückstand	Rückstand	Rückstand
Gezielte Begrünung	-	1985, z. T.	-	1990	-	-	-	-
<b>Teilbereiche</b> (Mit Einschätzung der Ausprägung)								
Graben	gering	gut	gut	gering	gering	gering	gering	-
Haldenfuß	gut	gut	gut	klein	gering	gut	klein	-
Offene Halde	gut	gut	gering	-	gut	gut	klein	gering
Grüne Halde	teils	teils	teils	gut	teils	-	gut	-
Vorgelände	klein	klein	gut	klein	gut	klein	klein	gut
<b>Halden-Nr.</b> <b>Verwendetes Kürzel</b>								
	9 Hel	10 Bel	11 Gra	12 Wal	13 Bee	14 All	15 Bel	16 Wef
Meßtischblatt/Quadranten-Nr.	3631/4	3731/1	3632/3	3732/1	3732/4	3732/4	3832/2	3832/2
Ort	Heidwinkel	Beienrode	Grasleben	Walbeck	Beendorf	Alleringersl.	Belsdorf	Wefensleben
Name des Bergwerkes	Braunschwg.- Lüneburg	Beienrode	Braunschwg.- Lüneburg	Walbeck	Beendorf	Alleringers- leben	Belsdorf	Wefensleb.- Dreileben
Zugehörige Schachanlage	Heidwinkel I	I und II	Grasleben	Gerhard	Marie	-	?	?
Beginn der Betriebszeit des Werkes	1914	1903	1914	1906	vor 1906	kein Betrieb	1914	ca. 1913
vermutete letzte Aufhaldung	ca. 1914	1926	?	1925	nach 1955?	vor 1910?	vor 1930	vor 1930
Kalialsz.-Förderung	bis 1920	ja	nur bis 1920	ja	ja	nein	ja	ja
Kali-Produktion	keine	ja	keine	nein	?	nein	?	ja
Steinsalzförderung	ja	ja	ja	nein	?	nein	?	?
Größe der gesamten Fläche [ha]	2,3	5,8	2	2,2	4	0,2	0,4	1,6
Größe des Haldenkörpers [ha]	0,1	0,4	1,5	0,2	2	0,01	0,1	0,4
Hauptsächliches Haufmaterial	Abteufe	Rückstand	Abteufe	Rückstand	Rückstand	Abteufe	Abteufe	Rückstand
Gezielte Begrünung	-	-	1985	-	-	-	-	-
<b>Teilbereiche</b> (Mit Einschätzung der Ausprägung)								
Graben	gut	gering	gering	-	klein	-	-	gut
Haldenfuß	gut	klein	gering	gut	klein	gering	gering	gut
Offene Halde	-	gut	-	gering	gut	gering	gering	gut
Grüne Halde	gut	-	gut	klein	-	klein	gering	-
Vorgelände	relativ klein	klein	sehr klein	gut	gut	klein	gering	gut

Vegetationsentwicklung schwerwiegenden Eingriffen (z.B. Begrünung) mußten salzhaltige Auswaschungen oder Ausblühungen am Haldenkörper selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe (Fußbereich, Gräben) vorhanden sein, um in die Untersuchung mit einbezogen zu werden. Die endgültige Auswahl der 16 Untersuchungsstellen erfolgte teils aufgrund von Vorexkursionen im Jahr 1994, teils nach erstmaliger Begutachtung im Februar 1995. Die wichtigsten Daten der untersuchten Halden sind in Tab. 1 zusammengestellt. Darüber hinaus wurden zu Vergleichszwecken 11 weitere Halden außerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes untersucht.

## 2.3. Der Standortskomplex Salzhalde

Generell lassen sich zwei Haldenarten der Kali- und Steinsalzindustrie unterscheiden: Den ersten Typ stellen die Halden dar, deren Material beim Anlegen des Schachtes (Abteufen) als nicht zu verwertender Abraum anfällt. Diese Abteufhalden bestehen zu großen Teilen aus den Deckschichten des Zechsteins, insbesondere aus Buntsandstein. Nicht selten enthalten Abteufhalden auch in unterschiedlichen Mengen auftretende Salze als Beimengungen (z.B. in Salztonen). Der zweite Typ wird von den Rückständen der Aufbereitung und Weiterverarbeitung der Kaliwerke und chemischen Fabriken gebildet. In Abhängigkeit von der Art des gewonnenen Rohsalzes und der Verfahrensweise bei dessen Bearbeitung unterscheidet sich die Zusammensetzung der Rückstandshalden. In der Regel dominiert das Steinsalz (Halit) im Rückstand. Die ebenfalls häufig vertretenen Sulfate - meist Gips oder Anhydrit - können sich an der Oberfläche der Halde anreichern und eine mehrere Dezimeter mächtige feste Außenschicht bilden.

Der Standortskomplex Halde läßt sich für die einzelnen Untersuchungsstellen in konkrete Teilbereiche anhand morphologischer, vegetationsstruktureller sowie substratspezifischer Aspekte gliedern: Offene Halde, Grüne Halde, Haldenfuß, Gräben und Vorgelände. Nicht jede Untersuchungsstelle besitzt alle Teilbereiche.

**Offene Halde (OH):** Vegetationsbedeckung <10%. Die Offenen Halden sind allesamt Rückstandshalden, von denen viele gar keine Vegetation aufweisen.

**Grüne Halde (GH):** Vegetation >10%. Zu diesem Typ gehören alle Abteufhalden, daneben auch solche Abschnitte von Rückstandshalden, bei denen etwa durch Anpflanzung (oder durch spontanes Aufkommen) ein dichter Bewuchs entstand. Bei einer Begrünung wird eine „kapillarbrechende“ Schicht z.B. aus Bauschutt aufgebracht, die den Salztransport an die Oberfläche verhindert. Die Begrünung führt zu einer verringerten Versickerung des Haldenwassers und damit zu einem verringerten Salzaustrag in die Umgebung der Halden.

**Haldenfuß (HF):** Dieser Teilbereich wird durch das salzhaltige Abflußwasser des Haldenkörpers maßgeblich beeinflusst. Der überwiegende Teil des Niederschlagswassers läuft an den Haldenflanken ab und besitzt demnach bei den Offenen Halden den größten Salzgehalt. In Lösung gehen meist Steinsalz und Magnesiumchlorid, durch Umbildungsprozesse aber auch Glaubersalz. Prägend für die Flora und Vegetation des Haldenfußes ist neben dem Salzgehalt des Bodenwassers insbesondere die oft bis in den Sommer andauernde Überflutung durch salzhaltiges Wasser.

Von Haldenkörper und Haldenfuß wurden stichprobenartig Substratproben aus 0 bis 5 cm Tiefe entnommen und vom Kaliforschungsinstitut der Kali + Salz GmbH quantitativ analysiert.

**Gräben (Gr):** Die Gräben sollen das anfallende Haldenwasser aufnehmen und geregelt abführen, um ein unkontrolliertes Eindringen salzhaltigen Wassers in die Haldenumgebung zu verhindern. Zu diesem Zweck wurden bei Kaliwerken mit einer Produktion bis in die jüngere Zeit meist zwei Ringgräben um die Halde angelegt.

**Vorgelände (VG):** Das Vorgelände schließt sich mehr oder minder ringförmig an die anderen Teilbereiche an und grenzt das gesamte Haldengelände ab. Kennzeichnend ist das gegenüber dem Haldenfuß erhöhte Niveau, wodurch es in diesem Bereich nur selten bis überhaupt nicht zu Überflutungen kommt. Auch die Vegetationsdynamik erscheint sehr gering; häufig sind artenarme *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbestände.

## 2.4. Floristische Untersuchungen

Von den ausgewählten Halden wurden jeweils für die fünf Teilbereiche Offene Halde, Grüne Halde, Haldenfuß, Vorgelände und Gräben getrennte Listen aller vorkommenden Gefäßpflanzensippen erstellt. Die Kartierung erstreckte sich über den Zeitraum von März bis Oktober 1995. Die Flächen wurden in einem sechswöchigen Turnus begangen. Im Laufe der Geländearbeit wurden Negativlisten erstellt, um kartierungsbedingte Lücken gezielt schließen zu können.

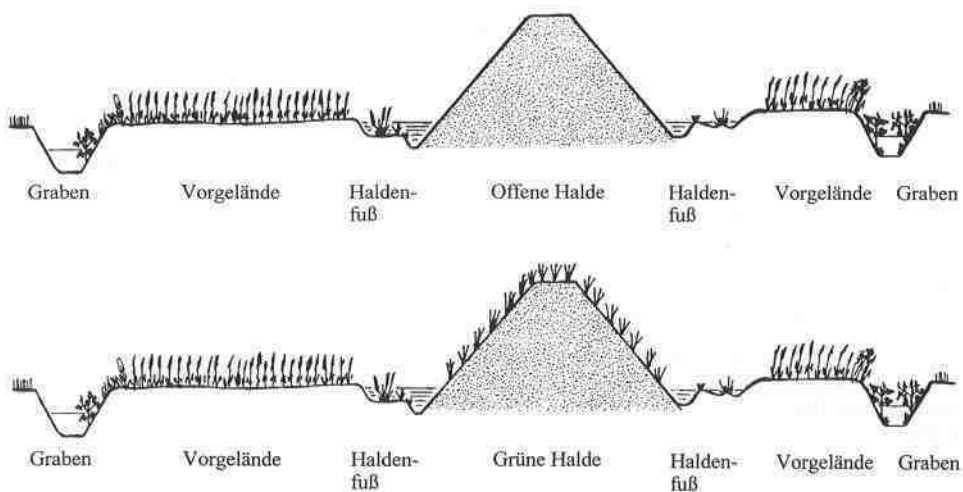


Abb. 2: Schematische Darstellung von Kalihalden mit ihren Teilbereichen (überhöht).

Für die fünf Teilbereiche wurde für jede vorkommende Sippe die prozentuale Stetigkeit ermittelt. Die prozentualen Angaben wurden zu den in der Pflanzensoziologie üblichen Stetigkeitsklassen zusammengefaßt, wobei aus der Stetigkeitsklasse I die sehr niedrigen Stetigkeiten ausgegliedert wurden ( $r$ : bis 5%, + :5,1 bis 10%).



Abb. 3: Rückstandshalde bei Beienrode/Dorm, Foto: 10.6.1983.

Von ausgewählten Sippen wurden für alle Teilbereiche der Halden die Populationsgrößen ermittelt. Kleinere Populationen (in der Regel unter 350 Individuen) wurden exakt ausgezählt. Von größeren wurde durch Extrapolation ausgezählter Teilflächen die Populationsgröße ermittelt (HAEUPLER & GARVE 1983). Bei zweijährigen Arten wurden adulte und juvenile Bestände getrennt erfaßt, um ein Maß für die Reproduktion zu erhalten. Bei Polykormon-bildenden Arten wurde die Zahl der Blüten bzw. der Blütenstände zusätzlich erfaßt.

Wegen der seit Anfang der 90er Jahre zu beobachtenden großen Florendynamik gerade der sekundären Salzstellen wurden zu Vergleichszwecken weitere primäre und sekundäre Salzstellen gezielt nach den sich derzeit ausbreitenden Arten abgesucht.

Zum Vergleich der Arteninventare aller Untersuchungsstellen jedes Teilbereichstyps wurde deren Ähnlichkeit mit Hilfe des Jaccard-Koeffizienten  $J$  errechnet. Für einen Ähnlichkeitsvergleich der Untersuchungsstellen untereinander wurde eine Clusteranalyse nach dem Complete-Linkage-Verfahren durchgeführt und in einem Dendrogramm dargestellt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Artenreichtum der Kalihalden

Die Kartierung der 16 ausgewählten Haldenkomplexe ergab insgesamt 472 Gefäßpflanzensippen (Tab. 5).

#### 3.2. Floristische Charakterisierung der Teilbereiche

##### 3.2.1. Vorgelände

Mit 375 Sippen stellt die Flora des Teilbereich Vorgelände den größten Anteil (79,4%) an der Flora der Haldenkomplexe insgesamt. Das Vorgelände wird durch höchstes Auftreten der folgenden Artemisieta-Arten charakterisiert:

*Daucus carota*  
*Elymus repens*  
*Poa angustifolia*  
*Tanacetum vulgare*  
*Artemisia vulgaris*

*Medicago lupulina*  
*Melilotus officinalis*  
*Pastinaca sativa*  
*Urtica dioica*

*Picris hieracioides*, *Melilotus albus*, *Poa compressa* und *Tussilago farfara* treten mit mittlerer Stetigkeit auf. Weit verbreitet und häufig sind auch *Calamagrostis epigejos* und *Cirsium arvense* sowie die Grünlandarten *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Achillea millefolium*, *Cerastium holosteoides*, *Taraxacum officinale* sowie *Vicia cracca*. Die Vegetation wird von grasreichen Hochstaudenfluren der Verbände Dauco-Melilotion und Convolvulo-Agropyron bzw. von den „ruderalen Wiesen“, die zwischen den beiden erstgenannten Verbänden und dem Arrhenatherion einzuordnen sind, gebildet. Fast auf jeder Fläche fanden sich *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbestände (vgl. BRANDES 1987); Halophyten gedeihen nur an vereinzelt Salzwasserlachen. Gehölze weisen oft Kümmerwuchs auf oder sind bereits abgestorben, was mit dem (geringen) Salzgehalt des Bodens erklärt wird.

### 3.2.2. Grüne Halden

Die Flora des Teilbereichs Grüne Halden, der an 11 der untersuchten Flächen vorgefunden wurde, umfaßt 297 Sippen und damit 62,9% der insgesamt nachgewiesenen Arten. Die Artenzusammensetzung der Grünen Halden ist denen des Vorgeländes ähnlich. Auch hier erreichen *Calamagrostis epigejos*, *Cerastium holosteoides*, *Cirsium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Lactuca serriola* und *Arrhenatherum elatius* ebenso wie die Artemisieta-Arten *Tanacetum vulgare*, *Artemisia vulgaris*, *Daucus carota*, *Medicago lupulina*, *Poa angustifolia* und *Poa compressa* hohe Stetigkeit. Unter den weniger steten Sippen fallen einige Ruderalpflanzen auf:

*Alcea rosea*  
*Arctium tomentosum*  
*Ballota nigra*  
*Dipsacus fullonum*

*Echinops sphaerocephalus*  
*Oenothera biennis* agg.  
*Onopordum acanthium*  
*Berteroa incana*

Halophyten erreichen auch hier nur geringe Stetigkeiten, u.a. wegen der Begrünungsmaßnahmen.

### 3.2.3. Haldenfuß

Die Flora des Haldenfußes, der in seiner charakteristischen Erscheinung nur an einer Halde fehlte, wird lediglich von 73 Sippen (15,5%) gebildet. Beachtlich ist das Intenar an Halophyten, von denen immerhin die folgenden Arten mit hoher Stetigkeit (IV) vertreten sind:

*Puccinellia distans*  
*Hymenolobus procumbens*  
*Salicornia ramosissima*  
*Atriplex prostrata*  
*Aster tripolium*

*Atriplex rosea*  
*Atriplex tatarica*  
*Lepidium ruderae*  
*Spergularia maritima*  
*Suaeda maritima*

Mit mittlerer Stetigkeit (III) finden sich *Cochlearia danica*, *Atriplex pedunculata* und *Apium graveolens*, während *Hordeum jubatum*, *Juncus gerardii*, *Gypsophila perfoliata*, *Chenopodium glaucum*, *Plantago maritima*, *Scorzonera laciniata*, *Trifolium fragiferum* und *Triglochin maritimum* nur die Stetigkeitsklasse II erreichen. Sporadisch treten *Gypsophila scorzonifolia*, *Lepidium latifolium*, *Bupleurum tenuissimum*, *Glaux maritima*, *Lotus glaber*, *Plantago coronopus* und *Plantago major ssp. winteri* auf.

### 3.2.4. Gräben

In den zwölfmal auftretenden Grabenbereichen wurden 52 Sippen (11,0% des Gesamtinventars) gefunden. Halophyten dominieren erwartungsgemäß in der Vegetation der Gräben, allerdings erreichen nur *Atriplex prostrata* und *Aster tripolium* hohe Stetigkeit (V bis IV). In Stetigkeitsklasse III finden sich *Salicornia ramosissima*, *Triglochin maritimum* und *Puccinellia distans*, in der Stetigkeitsklasse II *Spergularia maritima*, *Plantago maritima* und *Spergularia salina*. Sporadisch treten *Apium graveolens*,



*Atriplex sagittata*, *Atriplex tatarica*, *Hymenolobus procumbens*, *Juncus inflexus*, *Lepidium latifolium*, *Suaeda maritima* und *Trifolium fragiferum* im Bereich der Gräben auf.

### 3.2.5. Offene Halde

Auf den 7 Offenen Halden wurden nur 44 Sippen (9,3%) gefunden, nur vier von ihnen sind hochstet: Diese verteilen sich mit *Calamagrostis epigejos*, *Puccinellia distans* und *Daucus carota* auf die Stetigkeitsklasse V sowie mit *Cerastium holosteoides* auf Frequenzklasse IV. Mit mittlerer Stetigkeit treten Sippen schütterer Staudenfluren auf:

<i>Lepidium ruderales</i>	<i>Gypsophila perfoliata</i>
<i>Picris hieracoides</i>	<i>Gypsophila scorzonnerifolia</i>
<i>Poa compressa</i>	<i>Hymenolobus procumbens</i>
<i>Scorzonera laciniata</i>	<i>Spergularia maritima</i>
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	<i>Tripleurospermum inodorum</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	

Bemerkenswert ist das Vorkommen zahlreicher zumindest schwach salztoleranter Chenopodiaceen oft kontinentaler Herkunft:

<i>Atriplex rosea</i>	<i>Suaeda maritima</i>
<i>Atriplex tatarica</i>	<i>Kochia scoparia</i> ssp. <i>densiflora</i>
<i>Atriplex patula</i>	<i>Salicornia ramosissima</i>
<i>Atriplex prostrata</i>	<i>Salsola kali</i> ssp. <i>ruthenica</i>
<i>Atriplex sagittata</i>	

Tab. 2 zeigt die Bindung von Arten an die einzelnen Teilbereichstypen, Tab. 3 ihr Lebensformenspektrum.

### 3.3. Untersuchungen zur floristischen Ähnlichkeit der Haldenflächen

Für einen floristischen Vergleich der Haldenflächen wurden nur die 104 Sippen der Offenen Halden, der Haldenfüße und der Gräben berücksichtigt. Um eventuelle Randeffekte und die störende Sippendominanz der anderen beiden Bereichstypen auszuschließen, wurden die Daten der Vorgelände und der Grünen Halden nicht mit einbezogen. Anhand der Cluster-Bildung soll geprüft werden, ob sich die floristische Ähnlichkeit der offenen Bereiche mit den anderen Kenngrößen der Halden in eine plausible Beziehung setzen läßt (vgl. Abb. 4).

Anhand des Dendrogramms lassen sich zwei Gruppen voneinander trennen. Die kleinere Gruppe setzt sich aus den zwei kleinen Abteufhalden Alleringersleben und Belsdorf und den zwei Rückstandshalden Wittmar und Rhüden zusammen. Da die Rückstandshalde Wittmar/Asse nur noch sehr kleinflächige offene Bereiche aufweist, steht sie in dieser Hinsicht den beiden Abteufhalden nahe, die ebenfalls nur kleine Bereiche besitzen, die bevorzugt von Halophyten besiedelt werden. Der Anteil des Teilbereichs Offene Halde der Rückstandshalde Rhüden ist besonders groß, Haldenfuß und Graben sind nur in geringer Ausbildung vorhanden.

Tab. 2: Verteilung der auffälligen Arten auf die Teilbereiche. OH: Offene Halde. GH: Grüne Halde. HF: Haldenfuß. Gr: Graben.

Slippe	Teilbereiche				
	OH	HF	Gr	GH	VG
<b>Gruppe 1</b>					
<i>Spergularia maritima</i>	III	IV	II	+	.
<b>Gruppe 2</b>					
<i>Atriplex rosea</i>	III	IV	.	+	.
<i>Suaeda maritima</i>	II	IV	+	.	.
<i>Hymenolobus procumbens</i>	III	IV	+	+	.
<i>Atriplex tatarica</i>	III	IV	+	+	.
<i>Gypsophila perfoliata</i>	III	II	.	+	+°
<i>Scorzonera laciniata</i>	III	II	.	I	.
<i>Kochia scoparia</i> ssp. <i>densiflora</i>	I	II	.	.	.
<b>Gruppe 3</b>					
<i>Aster tripolium</i>	.	IV	IV	.	.
<i>Spergularia salina</i>	.	IV	II	.	.
<i>Salicornia ramosissima</i>	I°	IV	III	.	.
<i>Triglochin maritimum</i>	.	II	III	.	.
<i>Plantago maritima</i>	.	II	.	II	.
<b>Gruppe 4</b>					
<i>Cochlearia danica</i>	.	III	.	.	.
<i>Atriplex pedunculata</i>	.	III	.	.	.
<i>Apium graveolens</i>	.	III	+	.	.
<i>Trifolium fragiferum</i>	.	III	+	.	.
<i>Chenopodium glaucum</i>	.	II	+	.	+
<b>Gruppe 5</b>					
<i>Ranunculus sceleratus</i>	.	.	II	.	.
<b>Gruppe 6</b>					
<i>Dactylis glomerata</i>	I	.	.	V	V
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	III	V
<i>Vicia hirsuta</i>	.	+°	.	IV	IV
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	IV	IV
<i>Rumex crispus</i>	.	.	.	IV	IV
<i>Rosa canina</i>	.	.	.	IV	IV
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	V	IV
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	IV	V
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	III	V
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	II	IV
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	.	III	IV
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	III	IV
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	III	IV
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	III	IV
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	III	IV
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	.	IV	III
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	IV	III
<i>Sonchus asper</i>	.	+	.	III	IV
<i>Melilotus officinalis</i>	I°	.	.	III	IV
<i>Tussilago farfara</i>	I	.	.	III	III

Sippe	Teilbereiche				
	OH	HF	Gr	GH	VG
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	.	.	III	III
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	.	III	III
<i>Sambucus nigra</i>	.	.	.	III	III
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	III	III
<i>Melilotus albus</i>	.	.	.	III	III
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	.	III	III
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	III	III
<i>Galium album</i>	.	.	.	III	III
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	II	III
<i>Erigeron acris</i>	.	.	.	II	III
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	.	.	III	II
<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	.	.	.	II	III
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	III	II
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	III	II
<i>Apera spica-venti</i>	.	.	.	II	III
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	.	.	II	III
<b>Gruppe 7</b>					
<i>Chenopodium album</i> s. str.	.	.	.	III	I
<i>Syringa vulgaris</i>	.	.	.	II	.
<i>Reseda lutea</i>	.	.	.	II	.
<i>Onopordum acanthium</i>	.	.	.	II	.
<i>Oenothera biennis</i> agg.	.	.	.	II	.
<i>Mercurialis annua</i>	.	.	.	II	.
<i>Malva sylvestris</i>	.	.	.	II	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	.	.	.	II	.
<b>Gruppe 8</b>					
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	+	.	.	III
<i>Tollis japonica</i>	.	.	.	+	III
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	+	III
<i>Populus tremula</i>	.	.	.	I	III
<i>Salix cinerea</i>	.	.	.	I	II
<i>Salix caprea</i>	.	.	.	+	II
<i>Prunus spinosa</i>	.	.	.	+	II
<i>Poa palustris</i>	.	.	.	.	II
<i>Rhamnus cathartica</i>	.	.	.	.	II
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	II
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	.	.	II
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	II
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	II
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	II
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	II
<b>In allen Teilbereichen vorkommend</b>					
<i>Calamagrostis epigeios</i>	V	III	.	V	V
<i>Atriplex prostrata</i>	II	IV	V	I	I
<i>Puccinellia distans</i>	V	V	III	III	I
<i>Elymus repens</i>	II	V	+	III	V
<i>Lepidium ruderales</i>	III	IV	+	III	III

Tab. 3: Verteilung der Arten auf die Lebensformen.

Lebensformen	T	G	H	C	A	N	P
Teilbereich							
Vorgelände	96	29	183	15	0	24	17
Grüne Halde	104	22	117	11	0	25	23
Offene Halde	16	4	20	4	0	0	0
Haldenfuß	28	7	34	3	0	0	0
Gräben	15	7	24	1	5	0	0

Innerhalb der Gruppe der restlichen Halden steht die Abteufhalde Grasleben relativ isoliert zwei weiteren Gruppierungen gegenüber. Mit den Halden Lehrte, Sehnde, Riedel-West und Riedel-Ost werden die westlich gelegenen Halden zusammengefaßt. Die im Dendrogramm dargestellten floristischen Ähnlichkeiten der restlichen Halden lassen sich nicht mit bekannten Parametern (standörtliche Besonderheiten, Alter, Entfernung von einander) erklären.

#### 4. Ausbreitungsdynamik der Halophyten und Artenturnover

Bislang kann leider nur für Halophyten und wenige weitere Arten eine Artenbilanz aufgestellt werden. Diese Untersuchung liefert jedoch die Grundlagen für die zukünftige Ermittlung des Artenturnovers, da nunmehr die Flora sämtlicher Halden (nach Standortskomplexen) vollständig erfaßt ist.

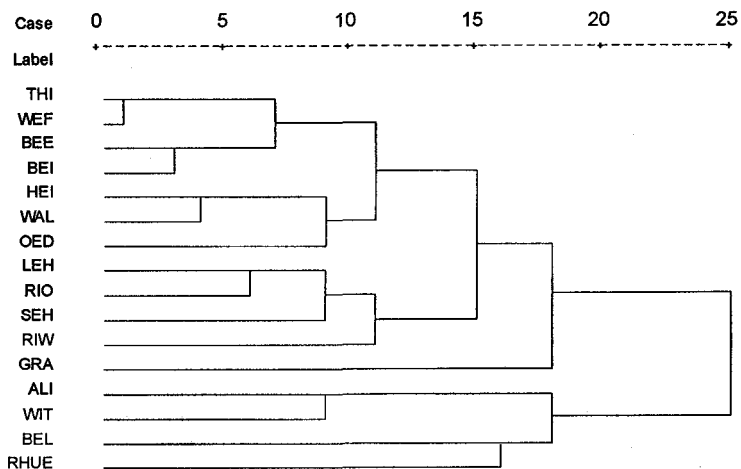


Abb. 4: Floristische Ähnlichkeit (Dendrogramm) der Halden, wobei nur Offene Halden, Haldenfüße und Gräben berücksichtigt wurden. Erläuterung der Abkürzungen vgl. Tab.1.

#### 4.1. Die Flora der Kalihalden bis ca. 1986

Im Braunschweiger Raum wurde die Flora der Kalihalden und sonstigen bergbau-bedingten Salzstellen mehrfach untersucht, allerdings nie systematisch an allen Stellen.

Nachdem die Übersicht von FRÖDE (1933) über die Halophytenflora der Braunschweiger Umgebung noch keine Angaben von sekundären Salzstellen verzeichnete, wurden im Verlauf der Süd-Niedersachsenkartierung erstmals verschiedene Halden abgesehen (HAEUPLER 1967, 1976). Von BRANDES (1980) wurden die Halden bei Beienrode/Dorm, Asse I und Heidwinkel in dem Zeitraum 1970-1980 mehrfach untersucht. An Halophyten fanden sich auf diesen bereits vor 1930 stillgelegten Anlagen nach 50 Jahren erst:

*Atriplex prostrata*  
*Chenopodium rubrum*  
*Hordeum jubatum*  
*Juncus gerardii*

*Lepidium ruderae*  
*Puccinellia distans*  
*Scorzonera laciniata*  
*Spergularia salina*

Auf ehemaligem Salinengelände sowie an Klärteichen der Erzwäsche im Gebiet von Peine und Salzgitter traten darüber hinaus noch die folgenden Sippen auf (vgl. BRANDES 1987):

*Bolboschoenus maritimus*  
*Festuca arundinacea*

*Salsola kali*  
*Schoenoplectus tabernaemontani*

Weiter verbreitet waren die fakultativen Halophyten

*Agrostis stolonifera*  
*Coronopus squamatus*

*Festuca rubra*  
*Phragmites communis*

#### 4.2. Auffällige Halophytenfunde auf Kalihalden seit 1990

Seit ca. 1990 wurden zunehmend bis dahin im Harzvorland seltene oder gar fehlende Halophyten auf Kalihalden gefunden (ELSEN & SCHMEISKY 1990, BRANDES 1994, ELLERMANN & KAISER 1994, KAUERS & THEUNERT 1994, ELLERMANN et al. 1995, MÜLLER 1995). Dies war für uns der Anlaß, die Flora der Kalihalden 1995 systematisch zu untersuchen.

Zu den Arten mit „auffälligen“ Vorkommen gehören:

*Hymenolobus procumbens* (13)  
*Aster tripolium* (12)  
*Salicornia ramosissima* (12)  
*Spergularia maritima* (11)  
*Suaeda maritima* (11)  
*Atriplex rosea* (10)  
*Triglochin maritimum* (9)  
*Lotus glaber* (1)

*Atriplex pedunculata* (8)  
*Juncus gerardii* (8)  
*Apium graveolens* (7)  
*Cochlearia danica* (7)  
*Plantago maritima* (7)  
*Trifolium fragiferum* (4)  
*Glaux maritima* (1)  
*Plantago coronopus* (1)

Tab. 4: Populationsgrößen der auffälligen Arten.

Untersuchte Halde	Leh	Seh	Ri-W	Ri-O	Rhü	Oed	Thi	Witt	Hel	Bel	Gra	Wal	Bee	All	Bel	Wef	Stetigk.
<i>Hymenobolus procumbens</i>	1000	1000	50	>2000	-	1500	100	-	100	>1000	-	50	1000	500	500	1500	V
<i>Aster tripolium</i>	600	7000	1400	73	-	70	15	-	1000	25	36	10	26	-	-	23	IV
<i>Aster tripolium</i> v.	250	3000	2000	125	-	60	30	-	1000	40	50	120	75	-	-	18	IV
<i>Salicornia ramossima</i>	300000	100000	50000	26000	-	10000	12	-	150000	50000	1000	50000	5000	-	-	7000	IV
<i>Atriplex tatarica</i>	39	18	35	50	-	42	300	-	2	750	-	18	19	-	-	250	IV
<i>Spergularia maritima</i>	12	1	-	-	-	80	234	-	57	1000	32	60	700	-	16	45	IV
<i>Suaeda maritima</i>	800	250	10000	120	-	209	350	-	1200	176	-	750	160	-	-	2800	IV
<i>Atriplex rosea</i>	6	2	2	10	-	10	50	-	6	50	-	7	-	-	-	10	IV
<i>Triglochin maritimum</i>	38	20	27	3	-	20	-	-	45	250	13	-	10	-	-	-	III
<i>Triglochin mar.</i> (blüh. Spr.)	47	53	100	19	-	43	-	-	65	>1000	17	-	8	-	-	-	III
<i>Juncus gerardii</i>	200	-	150	350	-	-	-	-	1000	100	-	250	100	-	-	50	III
<i>Atriplex pedunculata</i>	100	-	57	5	-	20	-	-	332	87	-	22	13	-	-	-	III
<i>Cochlearia danica</i>	40	20	26	-	-	100	50	-	40	-	-	5	-	-	-	50	III
<i>Apium graveolens</i>	53	37	-	16	-	17	-	-	9	26	-	42	-	-	-	-	III
<i>Apium graveolens</i> v.	40	-	-	30	-	36	-	-	20	50	-	100	-	-	-	-	III
<i>Plantago maritima</i>	8	9	7	-	-	56	-	-	1	10	-	5	-	-	-	-	III
<i>Plantago maritima</i> (blüh. Spr.)	3	-	10	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	III
<i>Gypsophila perfoliata</i>	3	-	-	22	-	9	39	-	-	93	-	-	-	20	-	2	III
<i>Gypsophila scorzonifolia</i>	-	-	-	84	-	5	96	-	-	138	-	1	-	-	-	-	II
<i>Scorzonera laciniata</i>	-	-	-	-	-	-	>1500	75	-	>1500	51	-	400	20	-	-	II
<i>Trifolium fragiferum</i>	-	-	1	-	-	3	4	-	-	5	-	-	-	-	-	-	II
<i>Trifolium fragiferum</i> (blüh. Spr.)	-	-	45	-	-	3	42	-	-	3	-	-	-	-	-	-	II
<i>Kochia scoparia</i>	-	14	-	250	-	-	-	-	21	181	-	-	-	-	-	-	II
<i>Lepidium latifolium</i>	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	I
<i>Lepidium latifolium</i> v.	-	-	-	-	-	6	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I
<i>Salsola kali</i> ssp. <i>ruthenica</i>	-	-	12	17	-	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Glaux maritima</i>	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	-	-	-	-	-	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lotus glaber</i>	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lotus glaber</i> (blüh. Spr.)	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Plantago coronopus</i>	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

In Klammern ist die Anzahl der Halden angegeben, auf denen die betreffende Sippe nachgewiesen werden konnte. Fast alle dieser Arten sind für primäre Salzstellen charakteristisch und werden wegen ihres Rückganges als gefährdet eingestuft; lediglich *Cochlearia danica* und *Scorzonera laciniata* gehören nicht zum klassischen Inventar der natürlichen Salzstellen. In Tab. 4 sind die 1995 erhobenen Populationsgrößen aller Vorkommen der „auffälligen“ Arten zusammengestellt.

***Hymenolobus procumbens*:** Besonders auffällig erscheint das gehäufte Auftreten von *Hymenolobus procumbens*, eines einjährigen Vertreters der Brassicaceae, der bevorzugt auf feuchten, tonig-lehmigen Böden mit erhöhtem Salzgehalt wächst. Die Art besitzt Vorkommen in Europa, Westasien, Nord- und Südamerika sowie Australien. Der Schwerpunkt in Europa liegt im mediterran-südpointischen Gebiet, sowohl an der Küste als auch an binnenländischen Salzstellen. Weitab von diesen Vorkommen sind diejenigen Mitteldeutschlands schon recht lange bekannt; nach MEUSEL & BUHL (1968) geht die erste Angabe für Frankenhausen auf den Anfang des 17. Jahrhunderts zurück.

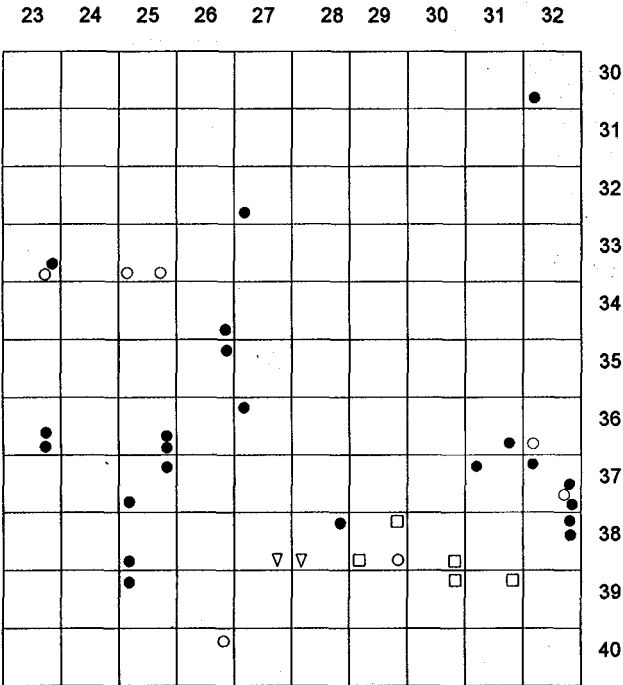


Abb. 5: Vorkommen von *Hymenolobus procumbens* im südöstlichen Niedersachsen und angrenzenden Gebieten im Jahre 1995:

- Halden mit *Hymenolobus procumbens*-Vorkommen.
- Halden ohne *Hymenolobus procumbens*-Vorkommen.
- Primäre Salzstellen ohne *Hymenolobus procumbens*-Vorkommen.
- ▽ Andere sekundäre Salzstellen ohne *Hymenolobus procumbens*-Vorkommen.

MEUSEL & BUHL (1968) heben die weltweite Verbreitung der Art als ein Indiz für günstige Ausbreitungsmöglichkeiten hervor. Im Gegensatz zu MARKGRAF (1958) stufen sie *Hymenolobus procumbens* für das deutsche Florengebiet nicht als adventiv, sondern als ein spät- oder postglaziales Xerotherm-Relikt ein.

Nach ihren Angaben beschränkten sich die Fundorte in Deutschland auf die Salzstellen im Umkreis des Kyffhäusers und in der Magdeburger Börde. Der Halophytenflora des Mansfelder Raumes fehlt die Art. HERDAM (1993) gibt nur wenige rezente Fundpunkte für den Staßfurter Raum an, wobei darauf hingewiesen wird, daß die Art dort auch künstliche Schuttberge besiedelt. Westlich dieser Fundpunkte (TK 3439, 3442, 3539-41) waren bis 1993 keine Vorkommen bekannt. 1994 wurde die Art erstmalig für das Umfeld des Kaliwerkes Mathildenhall im Hildesheimer Wald von KUNITZ (1994) erwähnt; KAUERS & THEUNERT (1994) nannten einen Fund von der Kalihalde Oedesse.

***Cochlearia danica*:** Erste Angaben für das Binnenland dieser früher ausschließlich litoral verbreiteten Art lieferten DUNKEL (1987) und WEBER (1987) für Mittelstreifen an Autobahnen, nachdem MENNEMA (1986) bereits die Ausbreitung von den Niederlanden nach Belgien und in die Bundesrepublik prognostiziert hatte. Die Ursache für die rasante Ausbreitung entlang der Autobahnen ist nach KUHBIER (zit. in WEBER 1994) in der Mulchung der Mittelstreifen mit geschreddertem Strandspülgut zu suchen. 1994 wurde die Art an der Rückstandshalde Klein Oedesse (KAUERS & THEUNERT 1994), 1995 an der Rückstandshalde Hildesia (MÜLLER 1995) nachgewiesen. 1995 hatte *Cochlearia danica* bereits das Braunschweiger Stadtgebiet via Autobahn erreicht, 1997 sogar die sachsen-anhaltinische Salzstelle Sülldorf (HAHNELT, pers. Mitt.)



Abb. 6 (links): *Hymenolobus procumbens* (Salztäschel) bei Beienrode.

Abb. 7 (rechts): *Atriplex pedunculata* (Stielfrüchtige Salzmelde) bei Beienrode.

***Atriplex pedunculata*:** Bis zu den Funden an Kalihalden in den letzten vier Jahren gab es nur noch kleine Vorkommen in Thüringen und Sachsen-Anhalt. Für die niedersächsischen Binnensalzstellen datieren die letzten Angaben für Jerxheim und Barnstorf aus dem Jahr 1967 (HAEUPLER 1967); bereits zwei Jahre später konnte die Sippe hier nicht mehr bestätigt werden (BRÄNDES, HEIMHOLD & ULLRICH 1973). *Atriplex pedunculata* ist auch an der norddeutschen Küste stark im Rückgang befindlich und gehört damit sicherlich zu den gefährdetsten Halophyten Mitteleuropas.



***Plantago maritima*:** Nach JANSSEN (1986) kam die Art früher an der Saline Salzdahlum vor, nicht aber an den primären Salzstellen bei Jerxheim und Barnstorf. BRANDES (1980) belegt für das östliche Niedersachsen einen Rückgang um 85,5%.

***Bupleurum tenuissimum*:** Die Art wurde noch 1980 von BRANDES für die Abteufhalde Heidwinkel angegeben - einer der wenigen frühen Hinweise auf Vorkommen seltener Halophyten an Kalihalden. Das Vorkommen konnte trotz intensiver Suche in den letzten Jahren nicht mehr bestätigt werden; im Rahmen dieser Bestandserhebung konnte *Bupleurum tenuissimum* lediglich für die Rückstandshalde bei Klein Oedesse nachgewiesen werden (erstmalig bei KAUSERS & THEUNERT 1994).

***Juncus gerardii*:** Für *Juncus gerardii* sind erste Vorkommen für die Halde Beienrode am Dorm seit 1978 bekannt (BRANDES 1980); JECKEL (1977) nannte die Art für das Umfeld der Kalihalde am ehemaligen Schacht „Rudolph“ (Kr. Lüchow-Dannenberg). KISON et al. (1986) konstatieren sogar eine Zunahme von Fundorten für das Gebiet der Staßfurter Salzstellen. Eine Analyse der Verbreitung dieser Art wird durch Verwechslungsmöglichkeiten mit *Juncus compressus* s. str. erschwert, zumal beide Sippen durchaus zusammen vorkommen und nach unseren Beobachtungen auch Bastarde bilden können.

***Salicornia ramosissima* und *Aster tripolium*:** Beide Arten weisen innerhalb des Untersuchungsgebietes ein identisches Verbreitungsmuster bezüglich der Kalihalden auf. Gerade in diesem Jahrhundert sind die früher ausgedehnten Bestände (z.B. HAMPE 1873) stark zurückgegangen bzw. ganz erloschen. Für das östliche Niedersachsen wurde von BRANDES (1980) ein Rückgang von 70% bzw. 78,8% ermittelt. Um 1984 waren im niedersächsischen Binnenland nur noch zwei autochthone *Salicornia*-Vorkommen an den Salzstellen Barnstorf und Jerxheim bekannt. Umso erstaunlicher erschien Mitte der achtziger Jahre die rasche Häufung der Funde beider Arten im Umfeld von Kalihalden, die den Beginn einer beispiellosen Ausbreitung halophytischer Arten im Binnenland darstellte. Ein Vergleich der Verbreitungskarten bei HAEUPLER (1976) bzw. GARVE (1987) mit denen bei GARVE (1994) veranschaulicht sehr deutlich den Zuwachs an Fundorten beider Arten im Untersuchungsgebiet innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes. Relativ gut belegt ist beispielsweise die Entwicklung des Quellerbestandes an der Rückstandshalde Klein Oedesse. OELKE & HEUER (1993) vermerken das Auftreten von *Salicornia europaea* agg. seit 1985. Für den Zeitraum von 1950 bis 1970 versichern sie das Nichtvorhandensein der Sippe an dieser Stelle. THEUNERT zählte 1987 25 Individuen der mittlerweile als *Salicornia ramosissima* eingestuft Sippe, zwei Jahre später gab er bereits über 300 Individuen an (KAUSERS & THEUNERT 1994). Auch an der Halde Wefensleben soll die Sippe nach Aussagen einer Anwohnerin mindestens seit 1985 vorkommen. Für das Umfeld der Kalihalde Teutschenthal bei Halle gaben JOHN & ZENKER (1978) schon für 1967 Vorkommen und spätere Ausbreitung von *Salicornia europaea* s.l. an.

***Triglochin maritimum*:** Zeitlich parallel zu den oben genannten Arten ist auch für *Triglochin maritimum* eine Abnahme der Vorkommen an primären Salzstellen gefolgt von einem deutlichen Anstieg an Fundpunkten im Bereich von Kalihalden zu verzeichnen.

***Atriplex rosea*:** Für das mitteldeutsche Trockengebiet muß diese Art vermutlich als Archäophyt eingestuft werden. In Niedersachsen konnte sie - von Osten her an Eisenbahnanlagen vordringend - nach längerer Zeit erstmals 1981 wiederbestätigt werden (BRANDES 1981). Seit ca. 1993 häufen sich nun ihre Funde an Kalihalden. Seit demselben Zeitraum wird auch *Atriplex tatarica*, eine bislang in Niedersachsen fehlende Art, auf Haldengelände beobachtet (BRANDES 1994).

***Gypsophila perfoliata* und *Gypsophila scorzonrifolia*:** Mit diesen beiden Gipskräutern treten im Bereich der Offenen Halden und auch des Haldenfußes zwei besonders auffällige Arten auf. In Niedersachsen wurden sie erstmals 1993 auf den Halden von Beienrode und Salzgitter-Thiede nachgewiesen (BRANDES 1994). ELLERMANN & KAISER (1994) nennen die Individuen „*Gypsophila perforata*“ [gemeint ist *G. perfoliata*] für die Rückstandshalde Wathlingen. ELLERMANN et al. (1995) können diesen Fund ein Jahr später um 7 Individuen von *Gypsophila scorzonrifolia* ergänzen, die auch für die Salzhalde des ehemaligen Schachtes „Maria Glück“ nachgewiesen wurden. Für das Umfeld der Kalihalde Klein Oedesse gaben KAUSERS & THEUNERT (1994) ebenfalls für beide Arten einen Nachweis und führen die Vorkommen auf Gartenverwilderungen zurück. [Beide Sippen werden jedoch offensichtlich nicht im Handel angeboten]. MÜLLER (1995) nannte sie für zwei Kalihalden im Hildesheimer Wald.

Anmerkung: zur problematischen Taxonomie von *Gypsophila scorzonrifolia* Ser. em. Schischkin vgl. RAUSCHERT (1977).

Tab. 5: Gesamtartenliste der 16 untersuchten Kalihalden mit Angaben der absoluten Stetigkeiten.

Stetigkeit		Stetigkeit		Stetigkeit	
<i>Acer campestre</i>	4	<i>Bromus sterilis</i>	10	<i>Cytisus scoparius</i>	2
<i>Acer platanoides</i>	4	<i>Bupleurum tenuissimum</i>	1		
<i>Acer pseudoplatanus</i>	4			<i>Dactylis glomerata</i>	15
<i>Achillea millefolium</i> agg.	14	<i>Calamagrostis epigeios</i>	16	<i>Dacus carota</i>	16
<i>Achillea ptarmica</i>	2	<i>Callistephus chinensis</i>	1	<i>Deschampsia cespitosa</i>	4
<i>Acinos arvensis</i>	1	<i>Calystegia sepium</i>	6	<i>Descurainia sophia</i>	1
<i>Aegopodium podagraria</i>	2	<i>Campanula persicifolia</i> var. <i>al.</i>	1	<i>Dianthus armeria</i>	1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	3	<i>Campanula rapunculoides</i>	1	<i>Dianthus deltoides</i>	2
<i>Agrimonia eupatoria</i>	2	<i>Campanula rotundifolia</i>	1	<i>Digitaria ischaemum</i>	1
<i>Agrostis capillaris</i>	7	<i>Campanula trachelium</i>	1	<i>Diploxaxis muralis</i>	1
<i>Agrostis gigantea</i>	1	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	8	<i>Dipsacus fullonum</i>	6
<i>Agrostis stolonifera</i>	13	<i>Cardamine hirsuta</i>	1	<i>Dryopteris filix-mas</i>	5
<i>Alcea rosea</i>	2	<i>Cardaria draba</i>	3		
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	1	<i>Carduus acanthoides</i>	1	<i>Echinochloa crus-galli</i>	1
<i>Alliaria petiolata</i>	2	<i>Carduus crispus</i>	7	<i>Echinops sphaerocephalus</i>	5
<i>Allium schoenoprasum</i>	1	<i>Carduus nutans</i>	1	<i>Echium vulgare</i>	2
<i>Allium vineale</i>	1	<i>Carex acuta</i>	1	<i>Elaeagnus angustifolium</i>	1
<i>Alnus glutinosa</i>	3	<i>Carex cuprina</i>	3	<i>Elymus repens</i>	16
<i>Alopecurus geniculatus</i>	1	<i>Carex demissa</i>	1	<i>Epilobium angustifolium</i>	6
<i>Alopecurus myosuroides</i>	2	<i>Carex flacca</i>	1	<i>Epilobium ciliatum</i>	4
<i>Alopecurus pratensis</i>	3	<i>Carex hirta</i>	3	<i>Epilobium hirsutum</i>	4
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1	<i>Carex panicea</i>	1	<i>Epilobium montanum</i>	2
<i>Anagallis arvensis</i>	3	<i>Carex spicata</i>	4	<i>Epilobium parviflorum</i>	2
<i>Anchusa arvensis</i>	2	<i>Carex sylvatica</i>	1	<i>Epilobium tetragonum</i> s. str.	9
<i>Anemone nemorosa</i>	1	<i>Carlina vulgaris</i>	2	<i>Equisetum arvense</i>	6
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	3	<i>Centaurea jacea</i>	6	<i>Erigeron acris</i>	11
<i>Anthriscus sylvestris</i>	8	<i>Centaurea nigrescens</i>	1	<i>Erigeron annuus</i>	1
<i>Antirrhinum majus</i>	1	<i>Centaureum erythraea</i>	4	<i>Erodium cicutarium</i>	1
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1	<i>Cerastium arvense</i>	2	<i>Erophila verna</i>	5
<i>Apera spica-venti</i>	8	<i>Cerastium glomeratum</i>	6	<i>Euonymus europaeus</i>	1
<i>Apium graveolens</i>	7	<i>Cerastium holosteoides</i>	16	<i>Eupatorium cannabinum</i>	6
<i>Arabidopsis thaliana</i>	2	<i>Cerastium pumilum</i> agg.	11	<i>Euphorbia cyparissias</i>	7
<i>Arabis hirsuta</i> agg.	1	<i>Cerastium semidecandrum</i>	3	<i>Euphorbia helioscopia</i>	2
<i>Arctium lappa</i>	2	<i>Cerasus mahaleb</i>	1	<i>Euphorbia peplus</i>	3
<i>Arctium minus</i>	1	<i>Chaenorhinum minus</i>	2	<i>Euphrasia stricta</i>	1
<i>Arctium tomentosum</i>	6	<i>Chaerophyllum temulum</i>	3		
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	8	<i>Chelidonium majus</i>	1	<i>Fagopyrum esculentum</i>	1
<i>Armoracia rusticana</i>	7	<i>Chenopodium album</i> s. str.	8	<i>Fagus sylvatica</i> jv.	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	15	<i>Chenopodium ficifolium</i>	5	<i>Festuca arundinacea</i>	8
<i>Artemisia cf. abrotanum</i>	1	<i>Chenopodium glaucum</i>	5	<i>Festuca ovina</i> agg.	12
<i>Artemisia absinthium</i>	1	<i>Chenopodium hybridum</i>	1	<i>Festuca pratensis</i>	3
<i>Artemisia campestris</i>	1	<i>Chenopodium polyspermum</i>	3	<i>Festuca rubra</i>	12
<i>Artemisia vulgaris</i>	15	<i>Chenopodium rubrum</i>	4	<i>Filipendula ulmaria</i> ssp. <i>ulm.</i>	1
<i>Asparagus officinalis</i>	9	<i>Cichorium intybus</i>	5	<i>Fragaria vesca</i>	4
<i>Aster tripolium</i>	12	<i>Circaea lutetiana</i>	1	<i>Fragaria viridis</i>	1
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	4	<i>Cirsium acaule</i>	1	<i>Fraxinus excelsior</i>	5
<i>Athyrium filix-femina</i>	1	<i>Cirsium arvense</i>	16	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	1
<i>Atriplex patula</i>	13	<i>Cirsium oleraceum</i>	1	<i>Fumaria officinalis</i>	5
<i>Atriplex pedunculata</i>	8	<i>Cirsium palustre</i>	2		
<i>Atriplex prostrata</i>	12	<i>Cirsium vulgare</i>	9	<i>Galeopsis bifida</i>	1
<i>Atriplex rosea</i>	10	<i>Claytonia perfoliata</i>	1	<i>Galeopsis tetrahit</i> s. str.	2
<i>Atriplex sagittata</i>	8	<i>Clematis vitalba</i>	3	<i>Galinsoga parviflora</i>	2
<i>Atriplex tatarica</i>	10	<i>Clinopodium vulgare</i>	1	<i>Galium album</i>	11
		<i>Cochlearia danica</i>	7	<i>Galium aparine</i>	13
<i>Ballota nigra</i> ssp. <i>nigra</i>	6	<i>Colutea arborescens</i>	1	<i>Galium uliginosum</i>	1
<i>Barbarea vulgaris</i> ssp. <i>vulg.</i>	1	<i>Conium maculatum</i>	1	<i>Geranium columbinum</i>	2
<i>Bellis perennis</i>	2	<i>Consolida regalis</i>	2	<i>Geranium dissectum</i>	3
<i>Berteroa incana</i>	2	<i>Convolvulus arvensis</i>	9	<i>Geranium molle</i>	1
<i>Betonica officinalis</i>	1	<i>Conyza canadensis</i>	12	<i>Geranium pusillum</i>	1
<i>Betula pendula</i>	13	<i>Cornus sanguinea</i>	6	<i>Geranium robertinaum</i>	4
<i>Bidens tripartita</i>	1	<i>Cotoneaster lucidus</i>	1	<i>Geum urbanum</i>	2
<i>Brachypodium pinnatum</i>	2	<i>Crataegus laevigata</i>	4	<i>Glaux maritima</i>	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	2	<i>Crataegus monogyna</i>	6	<i>Glechoma hederacea</i>	6
<i>Brassica napus</i>	3	<i>Crataegus spec. jv.</i>	1	<i>Glyceria fluitans</i>	1
<i>Briza media</i>	1	<i>Crepis biennis</i>	6	<i>Glyceria plicata</i>	1
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hor.</i>	12	<i>Crepis capillaris</i>	2	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	2
<i>Bromus inermis</i>	5	<i>Cynoglossum officinale</i>	1	<i>Gypsophila perfoliata</i>	6

Stetigkeit		Stetigkeit		Stetigkeit	
<i>Gypsophila scorzonrifolia</i>	4	<i>Lunaria annua</i>	1	<i>Populus tremula</i>	9
<i>Helianthus tuberosus</i>	4	<i>Luzula campestris</i>	1	<i>Potentilla anserina</i>	7
<i>Helichrysum arenarium</i>	1	<i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>multifl.</i>	1	<i>Potentilla argentea</i>	1
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	4	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	1	<i>Potentilla reptans</i>	6
<i>Heracleum sphondylium</i>	4	<i>Lycium barbarum</i>	3	<i>Primula elatior</i>	1
<i>Hieracium lachenalii</i>	1	<i>Lycopus europaeus</i>	3	<i>Primula veris</i> ssp. <i>veris</i>	2
<i>Hieracium laevigatum</i>	8	<i>Lysimachia vulgaris</i>	1	<i>Prunella vulgaris</i>	2
<i>Hieracium murorum</i>	2	<i>Lythrum salicaria</i>	3	<i>Prunus avium</i>	6
<i>Hieracium pilosella</i>	7			<i>Prunus spinosa</i>	5
<i>Hieracium piloselloides</i>	2	<i>Malus domestica</i>	4	<i>Puccinellia distans</i>	16
<i>Hieracium sabaudum</i>	1	<i>Malva neglecta</i>	4	<i>Pulicaria dysenterica</i>	4
<i>Hippophae rhamnoides</i>	1	<i>Malva sylvestris</i>	3	<i>Pyrus communis</i>	2
<i>Holcus lanatus</i>	12	<i>Matricaria discoidea</i>	5		
<i>Holosteum umbellatum</i>	3	<i>Matricaria recutita</i>	7	<i>Quercus petraea</i>	1
<i>Hordeum jubatum</i>	7	<i>Matthiola incana</i>	14	<i>Quercus robur</i>	7
<i>Hordeum murinum</i>	4	<i>Medicago lupulina</i>	4	<i>Ranunculus bulbosus</i>	1
<i>Hordeum vulgare</i>	2	<i>Medicago x varia</i>	11	<i>Ranunculus flammula</i>	1
<i>Humulus lupulus</i>	4	<i>Melilotus albus</i>	13	<i>Ranunculus repens</i>	6
<i>Hymenolobus procumbens</i>	13	<i>Melilotus officinalis</i>	3	<i>Ranunculus sceleratus</i>	3
<i>Hypericum hirsutum</i>	2	<i>Mercurialis annua</i>	1	<i>Reseda lutea</i>	3
<i>Hypericum perforatum</i>	15	<i>Muscari racemosum</i>	2	<i>Reseda luteola</i>	3
		<i>Mycelis muralis</i>	5	<i>Rhamnus cathartica</i>	5
<i>Inula conyzae</i>	2	<i>Myosotis arvensis</i>	2	<i>Rhus typhina</i>	1
<i>Inula salicina</i>	1	<i>Myosotis ramosissima</i>	1	<i>Ribes aureum</i>	1
<i>Iris pseudacorus</i>	1	<i>Myosotis scorpioides</i>	1	<i>Ribes rubrum</i> agg. <i>juv.</i>	1
		<i>Myosotis sylvatica</i>	2	<i>Ribes spicatum</i>	1
<i>Juglans regia</i>	1	<i>Myosurus minimus</i>	1	<i>Ribes sylvestre</i>	2
<i>Juncus articulatus</i>	1			<i>Ribes uva-crispa</i>	2
<i>Juncus bufonius</i>	4	<i>Nicotiana rustica</i>	4	<i>Robinia pseudacacia</i>	3
<i>Juncus compressus</i> s. <i>str.</i>	2	<i>Odontites vulgaris</i>	3	<i>Rorippa palustris</i>	1
<i>Juncus conglomeratus</i>	2	<i>Oenothera biennis</i> agg.	3	<i>Rosa canina</i>	15
<i>Juncus effusus</i>	2	<i>Onopordum acanthium</i>	3	<i>Rosa corymbifera</i>	1
<i>Juncus gerardii</i>	8	<i>Oxalis fontana</i>	2	<i>Rosa micrantha</i>	1
<i>Juncus inflexus</i>	3			<i>Rosa rubiginosa</i>	1
<i>Juncus ranarius</i>	1	<i>Papaver dubium</i> ssp. <i>dubium</i>	10	<i>Rosa rugosa</i>	3
		<i>Papaver rhoeas</i>	7	<i>Rubus caesius</i>	4
<i>Kochia scoparia</i> ssp. <i>densiflor.</i>	4	<i>Papaver somniferum</i> ssp. <i>som.</i>	3	<i>Rubus fruticosus</i> agg.	9
		<i>Pastinaca sativa</i>	13	<i>Rubus idaeus</i>	5
<i>Lactuca serriola</i>	14	<i>Phalaris arundinacea</i>	4	<i>Rumex acetosella</i>	3
<i>Lamium album</i>	6	<i>Philadelphus coronarius</i>	1	<i>Rumex crispus</i>	14
<i>Lamium amplexicaule</i>	3	<i>Phleum pratense</i> agg.	5	<i>Rumex obtusifolius</i>	4
<i>Lamium galeobdolon</i> var. <i>flor.</i>	1	<i>Phragmites australis</i>	9	<i>Rumex sanguineus</i>	1
<i>Lamium maculatum</i>	2	<i>Picea abies</i>	3		
<i>Lamium purpureum</i>	5	<i>Pieris hieracioides</i>	10	<i>Sagina procumbens</i>	3
<i>Lapsana communis</i>	4	<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	<i>Salicornia ramosissima</i>	12
<i>Lathyrus latifolius</i>	2	<i>Pinus sylvestris</i>	3	<i>Salix alba</i>	3
<i>Lathyrus pratensis</i>	6	<i>Plantago coronopus</i>	1	<i>Salix aurita</i>	2
<i>Lathyrus tuberosus</i>	3	<i>Plantago lanceolata</i>	13	<i>Salix caprea</i>	7
<i>Lemna minor</i>	2	<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermed.</i>	4	<i>Salix cinerea</i>	5
<i>Leontodon autumnalis</i>	7	<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	10	<i>Salix viminalis</i>	1
<i>Leontodon hispidus</i> spp. <i>hisp.</i>	1	<i>Plantago major</i> ssp. <i>winteri</i>	2	<i>Salsola kali</i> ssp. <i>ruthenica</i>	3
<i>Leontodon saxatilis</i>	4	<i>Plantago maritima</i>	7	<i>Sambucus nigra</i>	11
<i>Lepidium campestre</i>	1	<i>Plantago media</i>	3	<i>Sanguisorba minor</i>	2
<i>Lepidium latifolium</i>	3	<i>Poa angustifolia</i>	16	<i>Saponaria officinalis</i>	1
<i>Lepidium rudemale</i>	11	<i>Poa annua</i>	7	<i>Saxifraga granulata</i>	1
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	9	<i>Poa compressa</i>	14	<i>Scabiosa columbaria</i>	1
<i>Ligustrum vulgare</i>	4	<i>Poa nemoralis</i>	1	<i>Scorzonera laciniata</i>	6
<i>Linaria vulgaris</i>	5	<i>Poa palustris</i>	4	<i>Scrophularia nodosa</i>	4
<i>Linum catharticum</i>	3	<i>Poa pratensis</i> s. <i>str.</i>	7	<i>Sedum acre</i>	1
<i>Lithospermum purpureocaerul.</i>	1	<i>Poa trivialis</i>	12	<i>Sedum spurium</i>	1
<i>Lolium multiflorum</i>	2	<i>Polygala comosa</i>	1	<i>Sedum telephium</i> s. <i>str.</i>	1
<i>Lolium perenne</i>	9	<i>Polygonum amphibium</i>	1	<i>Senecio erucifolius</i>	5
<i>Lonicera periclymenum</i>	2	<i>Polygonum aviculare</i> agg.	10	<i>Senecio inaequidens</i>	1
<i>Lonicera xylosteum</i>	1	<i>Polygonum convulvulus</i>	3	<i>Senecio jacobaea</i>	3
<i>Lotus corniculatus</i>	7	<i>Polygonum dumetorum</i>	1	<i>Senecio ovatus</i>	1
<i>Lotus glaber</i>	1	<i>Polygonum lapathifolium</i>	3	<i>Senecio vernalis</i>	10
<i>Lotus uliginosus</i>	3	<i>Polygonum persicaria</i>	5	<i>Senecio viscosus</i>	6

Stetigkeit		Stetigkeit		Stetigkeit	
<i>Senecio vulgaris</i>	8	<i>Symphytum officinale</i>	2	<i>Urtica dioica</i>	13
<i>Setaria viridis</i>	3	<i>Syringa vulgaris</i>	3	<i>Urtica urens</i>	2
<i>Silene dioica</i>	1				
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	9	<i>Tanacetum vulgare</i>	16	<i>Valeriana officinalis</i>	5
<i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	2	<i>Taraxacum officinale</i> agg.	15	<i>Valerianella locusta</i>	3
<i>Sinapis arvensis</i>	4	<i>Teucrium scorodonia</i>	1	<i>Verbascum densiflorum</i>	1
<i>Sisymbrium altissimum</i>	4	<i>Thlaspi arvense</i>	7	<i>Verbascum nigrum</i>	4
<i>Sisymbrium loeselii</i>	2	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	1	<i>Verbascum phlomoides</i>	4
<i>Sisymbrium officinale</i>	7	<i>Thymus praecox</i>	1	<i>Verbascum spec. jv.</i>	2
<i>Solanum dulcamara</i>	4	<i>Thymus pulegioides</i>	2	<i>Verbascum thapsus</i>	1
<i>Solanum nigrum</i> ssp. <i>nigrum</i>	2	<i>Tilia cordata</i>	1	<i>Verbena officinalis</i>	1
<i>Solanum tuberosum</i>	2	<i>Tilia platyphyllos</i>	3	<i>Veronica agrestis</i>	1
<i>Solidago canadensis</i>	6	<i>Torilis japonica</i>	8	<i>Veronica arvensis</i>	3
<i>Solidago gigantea</i>	6	<i>Tragopogon pratensis</i> ssp. <i>pr.</i>	7	<i>Veronica chamaedrys</i>	4
<i>Sonchus arvensis</i> ssp. <i>arv.</i>	9	<i>Trifolium arvense</i>	7	<i>Veronica hederifolia</i>	5
<i>Sonchus asper</i>	11	<i>Trifolium campestre</i>	11	<i>Veronica persica</i>	3
<i>Sonchus oleraceus</i>	14	<i>Trifolium dubium</i>	3	<i>Veronica polita</i>	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	3	<i>Trifolium fragiferum</i>	4	<i>Vicia cracca</i>	14
<i>Spergula morisonii</i>	1	<i>Trifolium hybridum</i>	4	<i>Vicia hirsuta</i>	12
<i>Spergularia maritima</i>	11	<i>Trifolium medium</i>	2	<i>Vicia pisiformis</i>	1
<i>Spergularia salina</i>	12	<i>Trifolium pratense</i>	8	<i>Vicia sativa</i> ssp. <i>nigra</i>	9
<i>Spiraea spec.</i>	1	<i>Trifolium repens</i>	11	<i>Vicia sepium</i>	2
<i>Stachys palustris</i>	4	<i>Triglochin maritimum</i>	9	<i>Vicia tetrasperma</i>	9
<i>Stachys sylvatica</i>	2	<i>Tripleurospermum perforatum</i>	15	<i>Vicia villosa</i>	2
<i>Stellaria aquatica</i>	1	<i>Trisetum flavescens</i>	5	<i>Viola arvensis</i>	5
<i>Stellaria graminea</i>	3	<i>Triticum aestivum</i>	3	<i>Viola riviniana</i>	1
<i>Stellaria holostea</i>	2	<i>Tulipa gesnerana</i>	1	<i>Viola x wittrockiana</i>	1
<i>Stellaria media</i>	9	<i>Tussilago farfara</i>	12	<i>Vulpia myuros</i>	1
<i>Suaeda maritima</i>	11	<i>Typha latifolia</i>	1		
<i>Symphoricarpus albus</i>	2				

## 5. Diskussion: Ursachen der plötzlichen Ausbreitung von Halophyten

Für die auffällige Etablierung von Halophyten auf dem Gelände von Kalihalden in den letzten Jahren gibt es prinzipiell die folgenden Erklärungsmöglichkeiten:

- Aktivierung der Diasporenbank im Boden
- Ausbreitung durch den Wind (Anemochorie)
- Ausbreitung durch Vögel (Ornithochorie)
- Ungewollte Verschleppung mit Bodenmaterial (Rhypochorie)
- Bewußte Ausbringung (Ethelochorie)

Die Möglichkeit, daß an den Halden ein [bereits vorhandener] Diasporenvorrat im Boden unter nunmehr günstigen Bedingungen mehr oder minder plötzlich zur Keimung gelangt sein könnte, dürfte auszuschließen sein. Während des Bestehens der Kalihalden wurde bis 1985 außer einem Fund von *Bupleurum tenuissimum* keine der in Kap. 3 diskutierten Arten je auf Halden gefunden. Im Untersuchungsgebiet wurde für einen Zeitraum von mehr als hundert Jahren ein Rückgang von Halophytenvorkommen konstatiert (z.B. BERTRAM 1894, FRÖDE 1933, BRANDES 1980), ohne daß je Halden als Ersatzstandorte genannt wären.

Sehr viele der heute an den Halden vorkommenden Arten werden vornehmlich durch Wind ausgebreitet (nach FRANK & KLOTZ 1990), lediglich *Juncus gerardii* und *Triglo-*

*chin maritimum* zeigen Epizoochorie. Die Diasporengewichte [eigentl. Diasporenmassen] sind sehr unterschiedlich. Bei Annahme von Windverbreitung sind die gemeinsamen punktförmigen Vorkommen von *Hymenolobus procumbens* (Samengewicht 0,012 mg) mit *Atriplex rosea* (Fruchtgewicht 2,9 mg) und *Atriplex tatarica* (Fruchtgewicht 3,4 mg) kaum zu erklären, zumal diese Sippen an anderen geeignet erscheinenden Standorten völlig fehlen.

Seit AELLEN (1958) wird in der Literatur von einer rasch erfolgenden Ausbreitung von Halophyten durch Vögel ausgegangen. AELLEN wies auf den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Besuchs von Kalihalden im Elsaß durch Zugvögel und dem Auftreten von Halophyten hin; konkrete Angaben zu den von Vögeln ausgebreiteten Pflanzensippen fehlen allerdings. Im Widerspruch hierzu steht jedoch der seit langer Zeit erfolgende Rückgang von Halophyten an primären Salzstellen, die etwa von Limikolen eher - und schon wesentlich länger - aufgesucht werden dürften, als die vergleichsweise jungen Kalihalden. Diese weisen zudem nur in kleinerem Umfange feuchte Bereiche auf als die primären Salzstellen, die ja sämtlich an Salzquellen gebunden sind. Es konnte von uns kein verstärktes Auftreten von Vögeln an Halden beobachtet werden. So wurden weder Limikolen und andere Gäste der Küste beobachtet, noch Spuren gefunden, die auf einen Aufenthalt von größeren Vogelschwärmen hinweisen.

Aufgrund des großen Anteils von Halophyten kontinentaler Verbreitung müßten - Ornithochorie vorausgesetzt - die Vögel auch aus dem mitteldeutschen Raum gekommen sein. VOLLRATH & BÖNSEL (1995) erklären die Ausbreitung mit der „Trittstein-Theorie“, was zunächst einmal naheliegt, wenn auch die Beweise hierfür fehlen. Diese Hypothese kann nicht erklären, warum seit mehr als 100 Jahren sowohl an den primären Salzstellen als auch an einigen Salinen Halophyten nur zurückgingen, ohne daß gleichzeitig „neue“ Halophyten auftraten. Im Gegensatz zu den Kalihalden, die im wesentlichen frische bis trockene Wuchsorte aufweisen, sollten gerade die großen Feuchtflächen der natürlichen Salzstellen für Limikolen wesentlich attraktiver sein. So wurden an der primären Salzstelle Jerxheim auch regelmäßig zur entsprechenden Jahreszeit Kibitze gesichtet. In einer gerade erschienenen Übersicht der Binnensalzstellen Thüringens werden genau diese Phänomene diskutiert, wobei die Autoren darauf hinweisen, daß die ab etwa 1990 zu beobachtende starke Ausbreitung obligater Halophyten hiermit nicht erklärt werden kann, da die Trittsteine schon viel früher vorhanden waren (WESTHUS, PUSCH & ELSSEN 1997). Möglicherweise geht der Ausbreitung eine Latenzzeit (lag-time) voraus, wie sie für die Ausbreitung vieler Neophyten angenommen wird.

Denkbar wäre auch eine ungewollte Verschleppung von Bodenmaterial im Rahmen von Kontroll- oder Sanierungsarbeiten. Nach Auskunft der zuständigen Bergbehörden werden die Schächte zwar einmal jährlich kontrolliert, da sie aber oft nicht im direkten Umfeld der Halden liegen, kommt eine Diasporenverschleppung über diese Befahrungen der Schächte kaum in Frage. Ebenso dürften auch Verschleppungen im Rahmen von Begrünungsmaßnahmen ausscheiden, nicht zuletzt deswegen, weil längst nicht alle Halden begrünt wurden (vgl. hierzu auch die Diskussion bei VOLLRATH & BÖNSEL 1995). Auch eine Verschleppung der Diasporen mit verdrecktem Schuhwerk

im Verlaufe botanischer Exkursionen ist wenig wahrscheinlich, zumal eigene orientierende Versuche ergaben, daß auf diese Weise außer Glykophyten nur in geringem Umfange Diasporen von *Puccinellia distans* und *Spergularia cf. salina* verbreitet werden. Allerdings neigen nach MARKGRAF (1958) die Samen von *Hymenolobus procumbens* bei Benetzung zum Verschleimen.

Schließlich muß auch ein bewußtes Ausbringen (Ansalben) von Halophyten in Betracht gezogen werden. *Salicornia*-Sippen wurden sowohl in der Wetterau (Hess 1976) als auch an der ehemaligen Saline Salzdahlum angesalbt. Aus unserem Untersuchungsgebiet berichten SCHREI & GENUIT-LEIPOLD (1994) von einem weiteren Ansiedlungsversuch im Jahr 1975 am salzbeeinflussten Klärteich Heerte III, bei dem *Salicornia europaea* agg., *Cochlearia danica* und *Aster tripolium* ausgebracht wurden. Schon 4 Jahre später ließen sich die Pflanzen nicht mehr finden. An einer anderen Halde wurde schließlich die Fauna mit Salinenkrebsen „angereichert“. Für die Ansalbungshypothese spricht, daß sich die in Abschnitt 3 genannten Arten vor allem auf zugänglichem Haldengelände häufen, während sie z.B. der nicht zugänglichen Halde Bartensleben (Morsleben) fehlen. Die häufigen Vorkommen von *Atriplex pedunculata* und *Plantago maritima* an den Halden sind anders kaum zu erklären, zumal diese Sippen auch an der Küste und an primären Salzstellen eher als selten einzustufen sind. Schwerwiegende Einwände gegen diese Hypothese bestehen jedoch auch: Die Ansalbung erfordert neben guten Geländekenntnissen erhebliches botanisches Fachwissen; insbesondere dürfte die Beschaffung des Samenmaterials sehr schwierig sein.

Ein abschließendes Urteil über Ausbreitungsart und -richtung ist nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse nicht möglich; vielleicht tragen auch Kombinationen verschiedener Vektoren zu der plötzlichen Ausbreitung bzw. Etablierung von Halophyten bei.

Die Kalihalden bieten die einmalige Möglichkeit, die pflanzliche Besiedlung edaphisch isolierter Inseln zu untersuchen, sie sind gewissermaßen die Inselberge des Harzvorlandes. Ansalbungsversuche sollten daher unterbleiben oder zumindest sofort dokumentiert bzw. publiziert werden. Nur über eine Langzeiterfassung des gesamten Arteninventars wird es möglich sein, gesicherte Aussagen über den Artenturnover und Einblicke in die Besiedlung der Habitatinseln zu bekommen. An diesem Datenmaterial werden sich die gängigen Hypothesen und „Theorien“ der Besiedlung isolierter Habitate messen lassen müssen.

Im Verlaufe unserer Untersuchungen stellte sich außerdem ein deutlicher Forschungsbedarf bezüglich der Ausbreitungsstrategien, der Populationsbiologie sowie der Salztoleranz der Pflanzen heraus.

## 6. Zusammenfassung

Am Beispiel des nördlichen Harzvorlandes wird die Kolonisierung von Kalihalden durch salztolerante Pflanzenarten dargestellt. Während der ersten 80-100 Jahre fanden sich nur wenige weitverbreitete salztolerante Pflanzenarten an den Halden der Kalibergwerke. Seit 1990 wurden in rascher Folge bislang nicht beobachtete Arten gefunden: *Hymenolobus procumbens*, *Aster tripolium*, *Salicornia*

*ramosissima*, *Spergularia maritima*, *Suaeda maritima*, *Atriplex rosea*, *Triglochin maritimum*, *Atriplex pedunculata*, *Juncus gerardii*, *Apium graveolens*, *Cochlearia danica*, *Plantago maritima*, *Trifolium fragiferum* u.a. Die Ursachen für die plötzliche Ausbreitung von Halophyten werden eingehend diskutiert, wofür sich kein eindeutiger Vektor bestimmen läßt. Die vorliegende Untersuchung legt für 16 Kalihalden die Grundlage für ein Langzeit-Monitoring, um biogeographische Theorien überprüfen zu können.

## 7. Literatur

- AELLEN, E. (1958): Beitrag zur Kenntnis der Ausbreitung binnenländischer Halophyten durch Vögel. - *Bauhinia*, **1** (2): 85-89.
- BERTRAM, W. (1894): Exkursionsflora des Herzogtums Braunschweig mit Einschluß des ganzen Harzes. 4. Aufl. hrsg. v. F. KRETZER. - Braunschweig, X, 392 S.
- BRANDES, D. (1980): Flora, Vegetation und Fauna der Salzstellen im östlichen Niedersachsen. - *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens*, **33**: 66-90.
- BRANDES, D. (1981): Neubestätigung von *Atriplex rosea* L. für Niedersachsen. - *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens*, **34**: 113-115.
- BRANDES, D. (1987): Über die spontane Begrünung von Kippen und Abraumhalden. - *Mitt. TU Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig*, **22** (2): 28-35.
- BRANDES, D. (1994): Verbreitung, Ökologie und Soziologie von *Scorzonera laciniata* L. in Nordwestdeutschland. - *Tuexenia*, **14**: 415-424.
- BRANDES, D., HEIMHOLD, W. & ULLRICH, H. (1973): Bericht über die Exkursionen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft während der Tagung in Braunschweig (5./6. Juni 1970). - *Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft N.F.*, **15/16**: 273-282.
- DUNKEL, F.-G. (1987): Das Dänische Löffelkraut (*Cochlearia danica* L.) als Straßenrandhalophyt in der Bundesrepublik. - *Floristische Rundbriefe*, **21**: 39.
- ELLERMANN, G. & KAISER, T. (1994): Überraschungen am Kaliberg Wathlingen. - *Floristische Notizen aus der Lüneburger Heide*, **2**: 4-5.
- ELLERMANN, G., GARVE, E., KAISER, T. & LANGBEHN, H. (1995): Neue Überraschungen an sekundären Salzstandorten. - *Floristische Notizen aus der Lüneburger Heide*, **3**: 11-12.
- ELSEN, T. VAN & SCHMEISKY, H. (1990): Halophyten-Bestände im Einflußbereich von Rückstandshalden der Kali-Industrie. - *Mitteilungen aus dem Ergänzungsstudium ökologische Umweltsicherung*, **9**: 167-180.
- FRANK, D. & KLOTZ, S. (Hrsg.) (1990): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. Aufl. - Halle/S. 167 S. (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Wissenschaftliche Beiträge 1990/32 <P 41>).
- FRÖDE, E. (1933): Die Halophytenfluren in Braunschweigs Umgebung. - *Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig*, **22**: 35-45.
- GARVE, E. (1987): Atlas der gefährdeten Gefäßpflanzen in Niedersachsen und Bremen. Zwischenauswertung mit Nachweiskarten von 1982-1986. T. 1.2. - Hannover. 719 S.
- GARVE, E. (1994): Atlas der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. Kartierung 1982-1992. - *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*, **30** (1/2): 895 S.
- HAEUPLER, H. (1967): Halophytenfluren in Süd-Niedersachsen. - *Göttinger Florist. Rundbr.*, **1** (4). - Nachdruck in *Göttinger Floristische Rundbriefe*, **3**: 59-62.
- HAEUPLER, H. (1976): Atlas zur Flora von Südniedersachsen. - Göttingen. 367 S. (*Scripta Geobotanica*, **10**.)

- HAEUPLER, H. & GARVE, E. (1983): Programm zur Erfassung von Pflanzenarten in Niedersachsen. - Göttinger Floristische Rundbriefe, **17**: 63-99.
- HAMPE, E. (1873): Flora Hercynica oder Aufzählung der im Harzgebiete wildwachsenden Gefäßpflanzen, nebst einem Anhang, enthaltend die Laub- und Lebermoose. - Halle. 383 S.
- HAUSKE, K.-H. & FULDA, D. (1990): Kali - das bunte, bittere Salz. - Leipzig. 253 S.
- HERDAM, H. (1993): Neue Flora von Halberstadt. Farn- und Blütenpflanzen des Nordharzes und seines Vorlandes (Sachsen-Anhalt). - Quedlinburg. 365 S.
- HESS, K. (1976): Wiederanpflanzung ausgestorbener Halophytenarten und Umpflanzung von Sakzwiesenausstichen an Wetterauer Salzstellen. - Hessische Floristische Briefe, **25** (1): 11-15.
- JANSSEN, C. (1986): Ökologische Untersuchungen an Binnensalzstellen in Südostniedersachsen. - Phytocoenologia, **14** (1): 109-142.
- JECKEL, G. (1977): Flora und Vegetation des NSG „Salzfloragebiet bei Schreyahn“ in NE-Niedersachsen. - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft N.F., **19/20**: 241-251.
- JOHN, H. & ZENKER, E. (1978): Bemerkenswerte Pflanzenfunde in den Bezirken Halle und Magdeburg. - Mitteilungen zur Floristischen Kartierung Halle, **4** (2): 36-55.
- KAUERS, M. & THEUNERT, R. (1994): Die Flora von Peine. - Peine. 372 S. (Ökologie-Consult-Schriften, 2.)
- KISON, H.-U., FRITZSCHE, H. & BANK, C. (1986): Veränderung der Salzpflanzenstandorte bei Staßfurt. - Mitteilungen zur Floristischen Kartierung Halle, **12** (1/2): 68-79.
- KUNITZ, T. (1994): Bemerkenswerter Neufund von *Hymenolobus procumbens* in Niedersachsen. - Floristische Rundbriefe, **27**: 110-111.
- MARKGRAF, F. (Hrsg.) (1958): Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Begr. v. G. Hegi. T. IV/1, 2. Aufl. - München. 547 S.
- MENNEMA, J. (1986): *Cochlearia danica* L. op weg naar de binnenlanden van België en West-Duitsland. - Dumorteria, **34/35**: 139-142.
- MEUSEL, H. & BUHL, A. (1968): Verbreitungskarten mitteldeutscher Leitpflanzen. 11. Reihe. - Wissenschaftliche Zeitschrift Univ. Halle, math.-nat. R., **17**: 377-439.
- MÜLLER, W. (1995): Zur Flora und Vegetation sekundärer Salzstandorte bei Diekhöfen, Landkreis Hildesheim. - Naturkundliche Mitt. Ornith. Verein Hildesheim, **16**: 45-56.
- OELKE, H. & HEUER, O. (1993): Die Pflanzen des Peiner Moränen- und Lößgebietes. 2. Aufl. - Peine. III, 354 S.
- RAUSCHERT, S. (1977): Die in der DDR eingebürgerten ausdauernden Gypsophila-Arten. - Mitteilungen zur Floristischen Kartierung Halle, **3** (2): 14-33.
- SCHREI, J. & GENUIT-LEIPOLD, H. (1994): Zur Flora des Naturschutzgebietes „Heerter See“ in Salzgitter. - Naturschutz Nachrichten [Salzgitter], **15/16** (2/1): 6-19.
- SLOTTA, R. (1980): Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland. Bd. 3: Die Kali- und Steinsalzindustrie. - Bochum. 780 S. (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum, 17.)
- VOLLRATH, H. & BÖNSEL, D. (1995): Die jungen Salzstellen der Heringer Werra-Aue, ihre Entstehung und Besiedlung durch Halophyten. - Beiträge zur Naturkunde in Ostthessen, **31**: 13-68.
- WEBER, H. E. (1987): Das Dänische Löffelkraut (*Cochlearia danica* L.) dringt neuerdings ins Binnenland vor. - Natur und Heimat, **47**: 86-87.
- WEBER, H. E. (1994): Flora von Südwest-Niedersachsen und dem benachbarten Westfalen. - Osnabrück. 770 S.



WESTHUS, W., PUSCH, J. & ELSEN, T. VAN (1997): Binnensalzstellen und Salzpflanzen in Thüringen - Versuch einer Bilanz. - Naturschutzreport, **12**: 163-169.

*Anschriften der Verfasser:*

Dipl.-Biol. Christoph Guder

Dr. Christiane Evers

Prof. Dr. Dietmar Brandes

Botanisches Institut und Botanischer Garten der TU

Arbeitsgruppe Vegetationsökologie und experimentelle Pflanzensoziologie

D-38023 Braunschweig